

COPY OF PAPERS
ORIGINALLY FILED



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

2215
#7
4-17-02

APPLICANT(S): Stefan ILLEK, et al. DOCKET NO: P00,1975

SERIAL NO.: 09/750,004 ART UNIT: 2815

FILED: March 20, 2001 EXAMINER: B W Baumeister

TITLE: SEMICONDUCTOR CHIP FOR OPTOELECTRONICS

Assistant Commissioner for Patents,
Washington, D.C. 20231

SUBMITTAL OF PRIORITY DOCUMENTS

Enclosed are certified copies of the two German applications upon which a claim has been made for priority benefits. In particular, a certified copy of 100 38 671.7 filed 8 August 2000 and a certified copy of 100 59 532.4 filed 30 November 2000 are enclosed. Acknowledgment of the certified copies is hereby requested.

Respectfully submitted,

(Reg. No. 31,870)

Melvin A. Robinson
Schiff Hardin & Waite
Patent Department
6600 Sears Tower
233 South Wacker Drive
Chicago, Illinois 60606-6473
(312) 258-5785
Attorneys for Applicant

RECEIVED
APR -4 2002
TECHNOLOGY CENTER 2800

Customer Number 26574

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231 on March 20, 2002

Attorney for Applicants

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

RECEIVED
APR -4 2002
TECHNOLOGY CENTER 2800

Aktenzeichen: 100 38 671.7

Anmeldetag: 8. August 2000

Anmelder/Inhaber: Osram Opto Semiconductors GmbH & Co oHG,
Regensburg/DE

Bezeichnung: Halbleiterchip für die Optoelektronik

IPC: H 01 L 33/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 27. Februar 2002
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident
Im Auftrag

Hiebinger

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

Beschreibung

Halbleiterchip für die Optoelektronik

5 Die Erfindung betrifft einen Halbleiterchip für die Optoelektronik mit einer aktiven Schicht, die eine Photonen emittierende Zone aufweist und die auf einer Befestigungsseite an einem Trägerkörper angebracht ist.

10 Derartige in Dünnschichttechnik hergestellte Halbleiterchips sind aus der EP 0 905 797 A2 bekannt. Zur Herstellung des bekannten Halbleiterchips wird üblicherweise eine aktive Schicht auf einem Substrat durch ein Epitaxieverfahren aufgebracht. Auf der Oberseite der aktiven Schicht wird daraufhin
15 ein Trägerkörper befestigt und das Substrat entfernt. Vorteilhafterweise befindet sich zwischen dem Trägerkörper und der aktiven Schicht eine metallische Reflexionsschicht, so daß kein Licht vom Trägerkörper absorbiert wird. Die bekannten Halbleiterchips eignen sich insbesondere für Anwendungen,
20 in denen eine hohe optische Leistung erforderlich ist.

Ein Nachteil der bekannten, in Dünnschichttechnik hergestellten Halbleiterchips ist, daß die zwischen Trägerkörper und der aktiven Schicht angeordnete metallische Reflexionsschicht
25 bei kurzen Wellenlängen im allgemeinen keine zufriedenstellende Reflektivität aufweisen. Insbesondere bei einer Wellenlänge von weniger als 600 nm kommt nur noch Gold für die metallische Reflexionsschicht in Frage.

30 Außerdem können große Flächen, wie die metallische Reflexionsschicht, nur schwer gebondet werden. Durch das Bonden und das Legieren der metallischen Kontaktschicht wird außerdem die Qualität der metallischen Reflexionsschicht im allgemeinen beeinträchtigt.

35 Weiter ist aus der DE 198 07 758 A1 ein pyramidenstumpfförmiger Halbleiterchip bekannt, der eine aktive, Licht emittierende

rende Zone zwischen einer oberen Fensterschicht und einer unteren Fensterschicht aufweist. Die Ausrichtung der Seitenwände bewirkt, daß auf die Seitenwände auftreffendes Licht totalreflektiert wird und nahezu rechtwinklig auf die Oberfläche des Halbleiterelements auftrifft. Dadurch tritt ein Teil des von der aktiven Zone emittierten Lichts innerhalb des Austrittkegels des Halbleiterelements auf die Oberfläche. Um zu einer signifikanten Steigerung der Lichtausbeute zu führen, setzt dieses Konzept eine Mindestdicke für die obere und untere Fensterschicht voraus. Bei dem bekannten pyramidenstumpfförmigen Halbleiterelement beträgt die Dicke der oberen und unteren Fensterschicht wenigstens 50,8 μm .

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen in Dünnschichttechnik herstellbaren Halbleiterchip mit verbesserter Lichtauskopplung zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die aktive Zone durch eine in die aktive Schicht von der Befestigungsseite her eingebrachte Ausnehmung unterbrochen ist, deren Querschnittsfläche mit zunehmender Tiefe abnimmt.

Durch Ausnehmungen kann die Befestigungsseite des Halbleiterchips wesentlich verkleinert werden, so daß das Bonden der aktiven Schicht auf dem Trägerkörper problemlos durchgeführt werden kann. Durch die Ausnehmungen werden außerdem Seitenflächen geschaffen, an denen ein Teil der von der aktiven Zone emittierten Photonen so reflektiert wird, daß die Photonen innerhalb des Austrittkegels auf die der Befestigungsfläche gegenüberliegende Austrittsfläche der aktiven Schicht auftreffen. Bei dem Halbleiterchip gemäß der Erfindung wird gewissermaßen die Reflexion an der durchgehenden Reflexionsschicht durch die Reflexion an den Seitenflächen der Ausnehmungen ersetzt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind durch die Ausnehmungen Erhebungen auf einer Verbindungsschicht der aktiven Schicht gebildet.

5 Derartige Erhebungen wirken als Kollimatoren, die die Trajektorien der von der aktiven Zone emittierten Photonen nahezu im rechten Winkel zu der Austrittsfläche des Halbleiterchips ausrichten. Dadurch trifft ein Großteil der emittierten Photonen innerhalb des Austrittskegels auf die Austrittsfläche auf und kann den Halbleiterchip verlassen.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Verbindungsschicht so ausgebildet, daß wenigstens eine Trajektorie der von der aktiven Zone emittierten Photonen von der jeweiligen Erhebung zu einer der benachbarten Erhebungen führt.

Durch die optische Kopplung der Erhebungen können Photonen, die nicht an einer der Seitenflächen der ursprünglichen Erhebung reflektiert worden sind, in eine der benachbarten Erhebungen gelangen und dort an den Seitenflächen der jeweiligen Erhebung so reflektiert werden, daß sie innerhalb des Austrittskegels auf die Austrittsfläche treffen.

Ferner sind bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung die Erhebungen mit konkaven Seitenflächen ausgestattet.

Durch diese Maßnahmen werden Photonen, die an der Austrittsfläche zunächst reflektiert werden mit jeder weiteren Reflexion an der Seitenfläche der Erhebungen zunehmend aufgestellt, so daß sie schließlich innerhalb des Austrittskegels auf die Austrittsfläche treffen.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die Erhebungen mit einer Reflexionsschicht bedeckt.

Durch diese Maßnahme werden sämtliche auf die Seitenfläche der Erhebungen treffenden Lichtstrahlen in Richtung auf die Austrittsseite des Halbleiterchips gelenkt.

- 5 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Nachfolgend wird die Erfindung im einzelnen anhand der beigefügten Zeichnung erläutert. Es zeigen:

10

Figur 1 einen Querschnitt durch einen Halbleiterchip gemäß der Erfindung;

15

Figur 2 einen Querschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Halbleiterchips gemäß der Erfindung, bei dem die aktive Zone jeweils innerhalb von pyramidenstumpfförmigen Erhebungen angeordnet ist;

20

Figur 3 einen Querschnitt durch einen Halbleiterchip gemäß der Erfindung, der mit Erhebungen ausgestattet ist, die konkave Seitenflächen aufweisen; und

25

Figur 4 ein Diagramm, das die Steigerung der Lichtausbeute bei dem Halbleiterchips gemäß der Erfindung im Vergleich zu herkömmlichen Halbleiterchips zeigt.

30

Der in Figur 1 dargestellte Halbleiterchip weist einen Trägerkörper 1 auf, auf dem die aktive Schicht 2 angebracht ist. Der Deutlichkeit halber ist in Figur 1 die Dicke der aktiven Schicht 2 im Verhältnis zu der Dicke des Trägerkörpers 1 übertrieben gezeichnet. Die aktive Schicht 2 weist eine Photonen emittierende, aktive Zone 3 auf, die jeweils auf einer mittleren Höhe in Erhebungen 4 ausgebildet ist. Die Erhebungen 4 können pyramidenstumpfförmig oder kegelstumpfförmig ausgebildet sein.

35

Die Erhebungen 4 sind auf einer Verbindungsschicht 5 angeordnet, die auf einer flachen Vorderseite 6 eine zentrale vorderseitige Kontaktstelle 7 aufweist, die von einer Metallisierungsschicht gebildet ist. Die rückseitigen, von Ausnehmungen 8 gebildeten Erhebungen 4 sind mit einer Reflexions-
5 schicht bedeckt, die aus einer dielektrischen Isolierschicht 9 und einer darauf aufgebrachtten Metallisierungsschicht 10 besteht. Die Isolierschicht 9 ist entlang einer Grundfläche 11 der Erhebungen 4 durch Durchkontaktierungen 12 unterbrochen, die von metallisierten Abschnitten gebildet werden.

Zur Herstellung des in Figur 1 dargestellten Halbleiterchips wird zunächst auf einem Grundsubstrat die aktive Schicht 2 epitaktisch aufgewachsen. Die aktive Schicht 2 kann beispielsweise auf der Basis von InGaAlP hergestellt werden. Dabei wird zunächst die Verbindungsschicht 5 auf dem Grundsubstrat ausgebildet und anschließend mit einer Konzentration oberhalb von 10^{18} cm^{-3} dotiert, um eine gute Leitfähigkeit der Verbindungsschicht 5 zu gewährleisten. Denn eine gute Leitfähigkeit der Verbindungsschicht 5 ist Voraussetzung dafür, daß auf der Vorderseite 6 eine zentrale Kontaktstelle 7 für die Versorgung der aktiven Zone 3 mit Strom genügt. Außerdem ist die Zusammensetzung der Verbindungsschicht 5 so gewählt, daß sie für die in der aktiven Zone erzeugten Photonen transparent ist. Dies läßt sich üblicherweise über eine Einstellung der Bandlücke durch die Zusammensetzung des Materials der Verbindungsschicht 5 bewerkstelligen.

Anschließend wird eine weitere Schicht auf der Verbindungsschicht 5 aufgebracht, in die die Erhebungen 4 mit geeigneten naß- oder trockenchemischen Ätzverfahren eingebracht werden. Derartige Ätzverfahren sind bekannt und sind nicht Gegenstand der Anmeldung. Die Erhebungen 4 werden vorzugsweise in den für die Halbleiterchips vorgesehene Bereichen ausgebildet.
35 Dies sind Bereich mit typischen Außenabmessungen von $400 \times 400 \mu\text{m}^2$. Die Erhebungen 4 weisen Außenabmessungen auf, die im Bereich der Schichtdicke der aktiven Schicht 2 liegen. Die

Außenabmessungen der Erhebungen 4 liegen daher im Bereich von 10 μm .

5 In einem weiteren Verfahrensschritt erfolgt das Abscheiden der Isolierschicht 9 auf den Erhebungen 4 und das Ausbilden der Durchkontaktierungen 12. Danach wird die Metallisierungsschicht 10 aufgebracht.

10 Anschließend wird die aktive Schicht 3 entsprechend der vorgesehenen Zahl von Halbleiterchips aufgetrennt. Dies erfolgt beispielsweise durch Naßätzen.

Dann werden die vereinzelt aktiven Schichten am Trägerkörper 1 beispielsweise durch eutektisches Bonden befestigt und 15 das Grundsubstrat durch Naßätzen entfernt. Abschließend werden die Kontaktstellen 7 auf der freigelegten Vorderseite der aktiven Schicht 2 ausgebildet und die Halbleiterchips durch Trennen des Trägerkörpers 1 vereinzelt.

20 Der in Figur 1 dargestellte Halbleiterchip weist den Vorteil auf, daß die von der aktiven Zone 3 erzeugten Photonen nicht auf Komponenten des Halbleiterchips treffen, die diese absorbieren. Denn durch die Metallisierungsschicht 10 werden die Photonen vom Trägerkörper 1 ferngehalten.

25 Ein weiterer Vorteil ist, daß bei dem Halbleiterchip aus Figur 1 ein Großteil der von der aktiven Zone 3 emittierten Photonen an Seitenflächen 13 der Erhebungen 4 totalreflektiert wird. Die an den Seitenflächen 13 totalreflektierten 30 Photonen treffen auf die Vorderseite 6 unter einem großen Winkel. Insbesondere trifft ein Teil der Photonen, der ohne Reflexion an den Seitenflächen 13 an der Vorderseite totalreflektiert würde, auf die Vorderseite 6 innerhalb des Austrittskegels und kann daher den Halbleiterchip verlassen. Bei 35 dem Halbleiterchip gemäß Figur 1 wird daher die Reflexion an der aus dem Stand der Technik bekannten durchgehenden Grundfläche zumindest teilweise durch die Totalreflexion an den

Seitenflächen 13 ersetzt. Daher weist der Halbleiterchip aus Figur 1 im Vergleich zu herkömmlichen Halbleiterchips ohne Ausnehmungen 8 eine nahezu um den Faktor 2 gesteigerte Lichtausbeute auf.

5

Der beschriebene Effekt sei im folgenden anhand der in der Figur 2 und 3 dargestellten weiteren Ausführungsbeispiele im einzelnen erläutert.

10

Betrachtet seien eine Reihe von Lichtstrahlen, wobei der Begriff Lichtstrahlen nicht als eine Einschränkung auf eine bestimmte Wellenlänge, sondern als Bezugnahme auf die Methoden der geometrischen Optik, unabhängig von der Wellenlänge, verstanden werden soll.

15

Bei dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Erhebungen 4 pyramidenstumpfförmig ausgebildet und lediglich an der Grundfläche 11 der Erhebungen 4 über eine Kontaktschicht 14 am Trägerkörper 1 befestigt. Durch die Kontaktschicht 14 wird die aktive Zone 3 mit Strom versorgt.

20

Aufgrund der großen Differenz zwischen den Brechungsindizes von Halbleitern zu Gießharz von 3,5 zu Werten zwischen 1,5 und 2 können an der Grenzfläche zwischen Halbleiter und Gießharz nur Lichtstrahlen aus dem Halbleiter auskoppeln, die innerhalb eines Austrittskegels mit einem Öffnungswinkel von etwa 16° auf die Grenzfläche auftreffen. Bei einem winkelmäßig gleich verteilten Einfall der Lichtstrahlen entspricht dies etwa 2% der auf eine Flächeneinheit einfallenden Lichtstrahlen.

25

30

Durch die Erhebungen 4 werden die von der aktiven Schicht 2 ausgehende Lichtstrahlen in Richtung auf die Vorderseite 6 gelenkt. Die Erhebungen 4 wirken daher als Kollimatoren, in deren Brennfläche sich die aktive Zone 3 befindet. Die Erhebungen 4 bewirken, daß die auf die Seitenflächen 13 auftreffenden Lichtstrahlen in Richtung auf die Vorderseite 6 aufge-

35

stellt werden und dort innerhalb des Austrittskegels auftreffen, so daß sie den Halbleiterchip verlassen können. Die Lichtausbeute kann dabei durch eine geeignete Wahl der Abmessungen der Grundfläche 11, des Neigungswinkels der Seitenfläche 13 und der Höhe der Erhebungen 4 sowie die Lage der aktiven Zone 3 optimiert werden.

In Figur 2 ist ein Lichtstrahl 15 gezeigt, der zunächst an der Seitenfläche 13 totalreflektiert und von dort zur Vorderseite 6 gelenkt wird. Auf der Vorderseite 6 trifft der Lichtstrahl 15 innerhalb des Austrittskegels auf die Grenzfläche auf und kann daher den Halbleiterchip verlassen. Ohne die Totalreflexion an der Seitenfläche 13 wäre der Lichtstrahl 15 an der Vorderseite 6 totalreflektiert und zu einer der aus dem Stand der Technik bekannten Reflexionsschichten zurückgelenkt worden, wo er erneut reflektiert worden wäre. Insofern wird bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel die Reflexion an der herkömmlichen durchgehenden Reflexionsschicht durch die Reflexion an den Seitenflächen 13 ersetzt.

20

Dies gilt auch für einen Lichtstrahl 16, der zunächst an der Grundfläche 11 und dann an der Seitenfläche 13 reflektiert wird. Auch der Lichtstrahl 16 wird nach der zweiten Reflexion zu der Vorderseite 6 gelenkt, wo er innerhalb des Austrittskegels auftrifft. Ohne die Reflexion an der Seitenfläche 13 wäre der Lichtstrahl 16 ebenfalls an der Vorderseite 6 totalreflektiert und zu einer rückseitigen Reflexionsschicht zurückgelenkt worden.

Von Vorteil ist ferner, daß die Erhebungen 4 über die Verbindungsschicht 5 optisch gekoppelt sind. Unter der optischen Kopplung soll in diesem Zusammenhang verstanden werden, daß wenigstens einer der von der aktiven Schicht 2 ausgehenden Lichtstrahlen über eine Mittellinie 17 hinweg von dem Bereich einer der Erhebungen 4 in den Bereich einer der benachbarten Erhebungen 4 gelangen kann. Denn durch die optische Kopplung mit Hilfe der Verbindungsschicht 5 kann ein Lichtstrahl 18,

der nicht auf eine der Seitenflächen 13 der jeweiligen Erhebungen 4 trifft, auf eine der Seitenflächen 13 einer der benachbarten Erhebungen 4 treffen und dort zur Vorderseite 6 gelenkt werden, wo er innerhalb des Austrittskegels auf-
5 trifft. Durch die optische Kopplung über die Verbindungsschicht 5 wird daher die Lichtausbeute weiter gesteigert.

In Figur 3 ist schließlich ein Querschnitt durch ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel des Halbleiterchips dargestellt,
10 bei dem die Erhebungen 4 kegelstumpfförmig mit konkaven Seitenflächen 13 ausgebildet sind. Die Ausgestaltung der Seitenflächen 13 führt dazu, daß ein zwischen der Vorderseite 6 und der Seitenfläche 13 hin und her reflektierter Lichtstrahl 18 bei Annäherung an die Mittellinie 17 zunehmend aufgestellt
15 wird, bis er innerhalb des Austrittskegels auf die Vorderseite 6 auftrifft. Das gleiche gilt für Lichtstrahlen 9, die zunächst über die Verbindungsschicht 5 von jeweils einer Erhebung 4 zur benachbarten Erhebung 4 gelangen und dort in einem großen Winkel zur Vorderseite 6 gebracht werden.

20

In Figur 4 ist schließlich ein Diagramm dargestellt, in dem eine Meßkurve 20 die Abhängigkeit der Lichtausbeute in relativen Einheiten vom Betriebsstrom bei Pulsbetrieb für eine herkömmliche, in Dünnschichttechnik hergestellte Leuchtdiode
25 darstellt. Eine weitere Meßkurve 21 veranschaulicht die Abhängigkeit der Lichtausbeute in relativen Einheiten in Abhängigkeit vom Betriebsstrom für eine Leuchtdiode gemäß dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel. Figur 4 ist zu entnehmen, daß die Lichtausbeute bei dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispielen etwa das Doppelte der Lichtausbeute von herkömmlichen Halbleiterchips ohne Ausnehmungen
30 8 aufweist.

{

Patentansprüche

1. Halbleiterchip für die Optoelektronik mit einer aktiven Schicht (2), die eine Photonen emittierende Zone (3) aufweist und die auf einer Befestigungsseite (11) an einem Trägerkörper angebracht ist,
5 da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
 daß die aktive Zone (3) durch eine in die aktive Schicht (2) von der Befestigungsseite (11) her eingebrachte Ausnehmung (8) unterbrochen ist, deren Querschnittsfläche mit zunehmender Tiefe abnimmt.
10
2. Halbleiterchip nach Anspruch 1,
 da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
15 daß durch eine Vielzahl von Ausnehmungen (8) Erhebungen (4) auf einer Verbindungsschicht (5) der aktiven Schicht (2) gebildet sind.
3. Halbleiterchip nach Anspruch 2,
20 da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
 daß wenigstens eine Trajektorie (18) der von der aktiven Zone (3) emittierten Photonen von der jeweiligen Erhebung (4) zu einer der benachbarten Erhebungen (4) führt.
- 25 4. Halbleiterchip nach Anspruch 2 oder 3,
 da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
 daß sich die Erhebungen (4) zum Trägerkörper hin verjüngen.
- 30 5. Halbleiterchip nach Anspruch 4,
 da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
 daß die Erhebungen (4) konkave Seitenflächen (13) aufweisen.
- 35 6. Halbleiterchip nach einem der Ansprüche 2 bis 5,
 da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß die Erhebungen (4) pyramidenstumpfförmig ausgebildet sind.

- 5 7. Halbleiterchip nach einem der Ansprüche 2 bis 6,
da durch gekennzeichnet,
daß die aktive Zone (2) auf mittlerer Höhe in den Erhebungen (4) angeordnet ist.
- 10 8. Halbleiterchip nach einem der Ansprüche 2 bis 7,
da durch gekennzeichnet,
daß die Verbindungsschicht (5) für die von der aktiven Zone (3) emittierten Photonen transparent ist.
- 15 9. Halbleiterchip nach einem der Ansprüche 2 bis 8,
da durch gekennzeichnet,
daß die Verbindungsschicht (5) hoch dotiert ist.
- 20 10. Halbleiterchip nach einem der Ansprüche 2 bis 9,
da durch gekennzeichnet,
daß die Erhebungen (4) mit einer Reflexionsschicht (9, 10) bedeckt sind.
- 25 11. Halbleiterchip nach Anspruch 10,
da durch gekennzeichnet,
daß die Reflexionsschicht eine mit einer Isolierschicht (9) unterlegte Metallisierungsschicht (10) aufweist.
- 30 12. Halbleiterchip nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
da durch gekennzeichnet,
daß die aktive Schicht (2) eine Dicke von weniger als 50 µm aufweist.
- 35 13. Halbleiterchip nach Anspruch 12,
da durch gekennzeichnet,
daß die aktive Schicht (2) eine Dicke von weniger als 30 µm aufweist.

Zusammenfassung

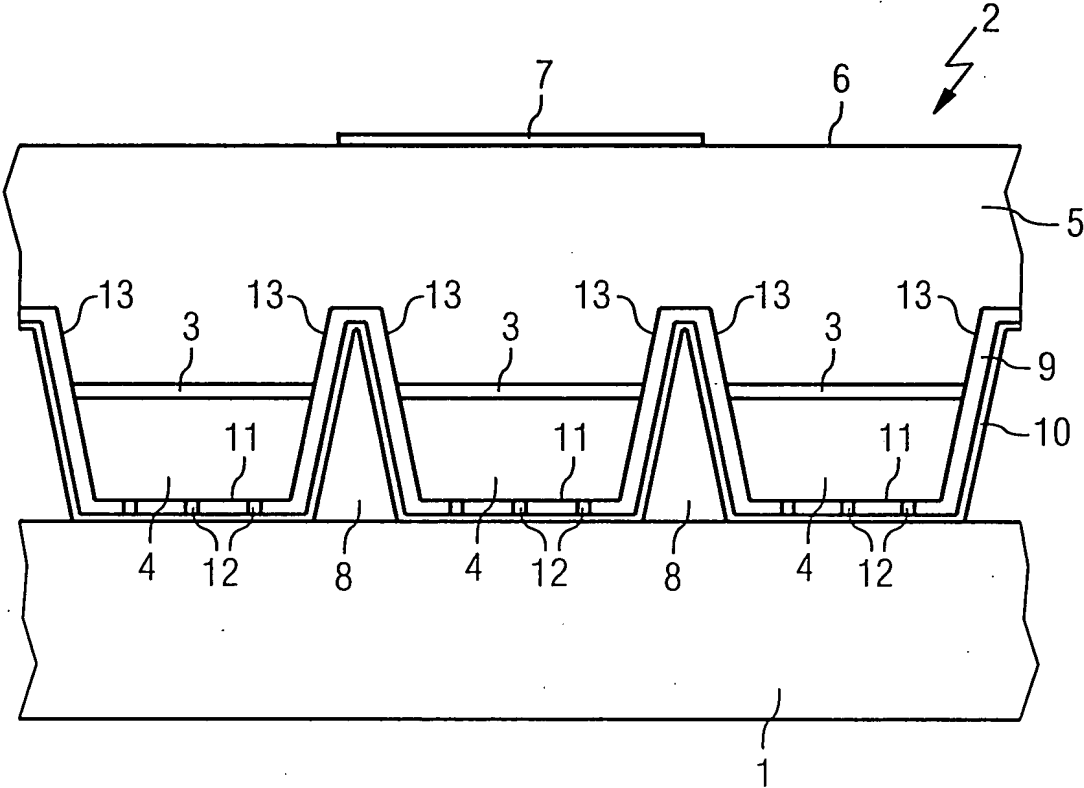
Halbleiterchip für die Optoelektronik

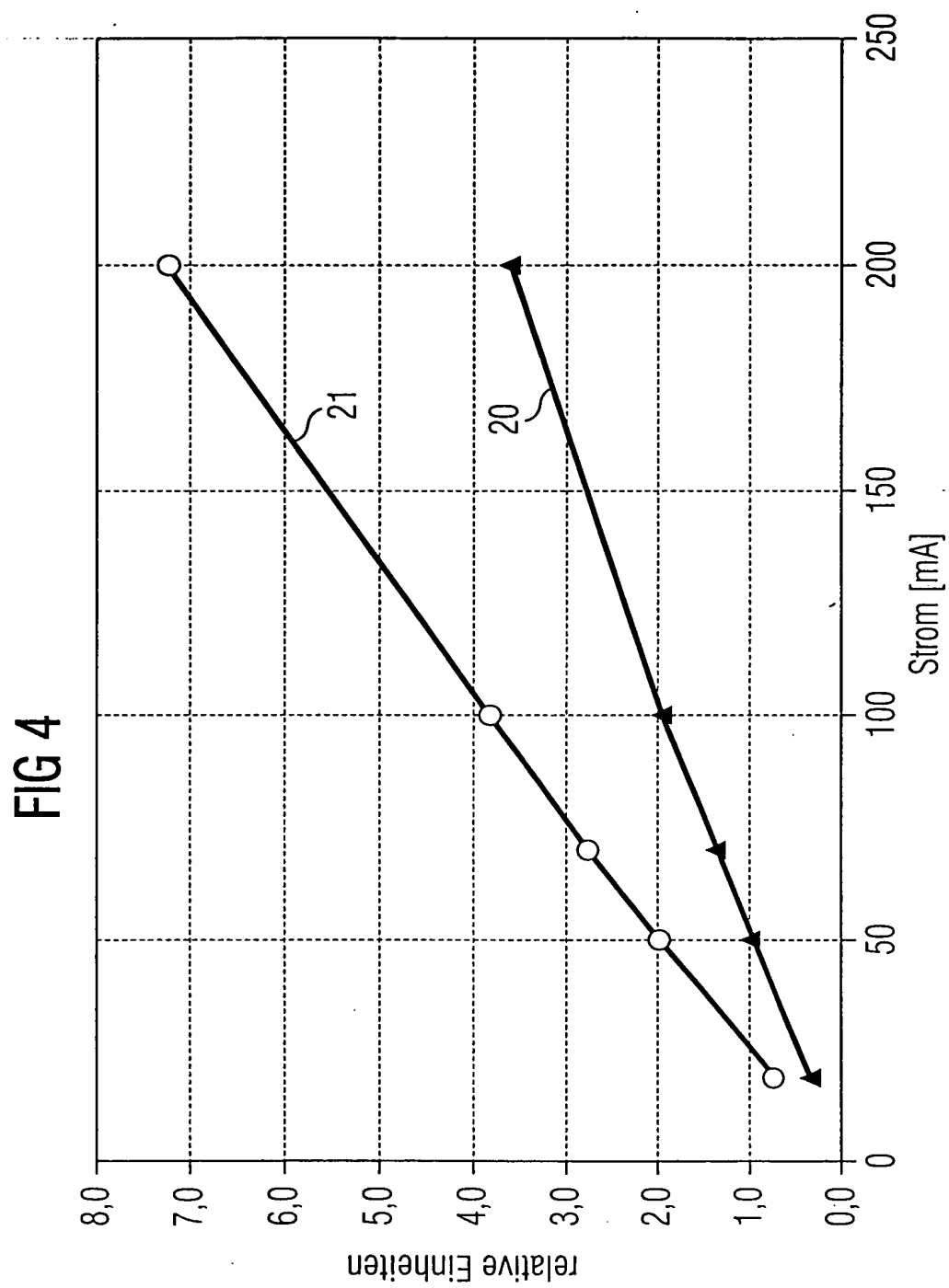
- 5 Bei einem Halbleiterchip für die Optoelektronik ist die aktive Zone (3) der in Dünnschichttechnik hergestellten aktiven Schicht (2) durch Ausnehmungen (8) unterbrochen...Dadurch ergibt sich eine verbesserte Lichtausbeute.
- 10 Figur 1

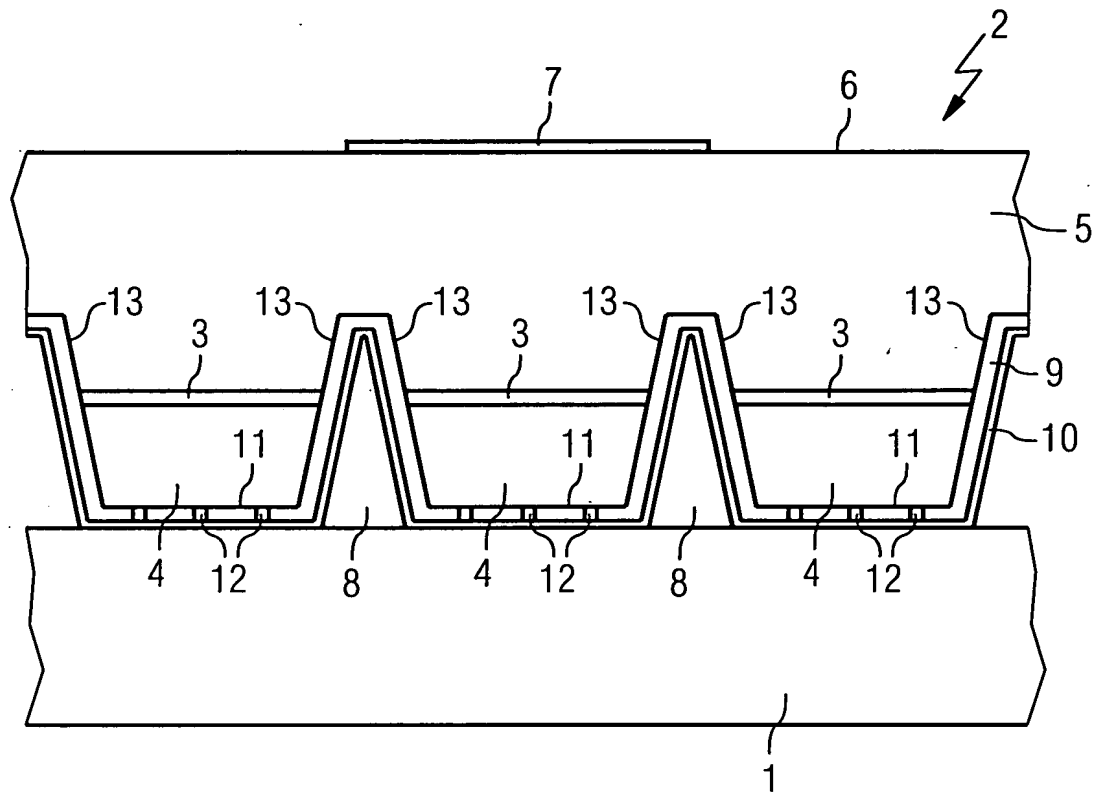
Bezugszeichenliste

	1	Trägerkörper
5	2	aktive Schicht
	3	aktive Zone
	4	Erhebungen
	5	Verbindungsschicht
	6	Vorderseite
10	7	Kontaktstelle
	8	Ausnehmungen
	9	Isolierschicht
	10	Metallisierungsschicht
	11	Grundfläche
15	12	Durchkontaktierung
	13	Seitenflächen
	14	Kontaktschicht
	15	Lichtstrahl
	16	Lichtstrahl
20	17	Mittellinie
	18	Lichtstrahl
	19	Lichtstrahl
	20	Meßkurve
	21	Meßkurve

FIG 1







**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.